

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



1 2000 P 20996

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/41031 A1

PCT

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01S 17/02, 17/46, 7/486 (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BELAU, Horst [DE/DE]; Gabriele-Muenter-Weg 2, 84085 Langquaid (DE). KOEHLER, Thorsten [DE/DE]; Franz-Von-Taxis-Ring 2, 93049 Regensburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03997 (22) Internationales Anmeldedatum:
14. November 2000 (14.11.2000) (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

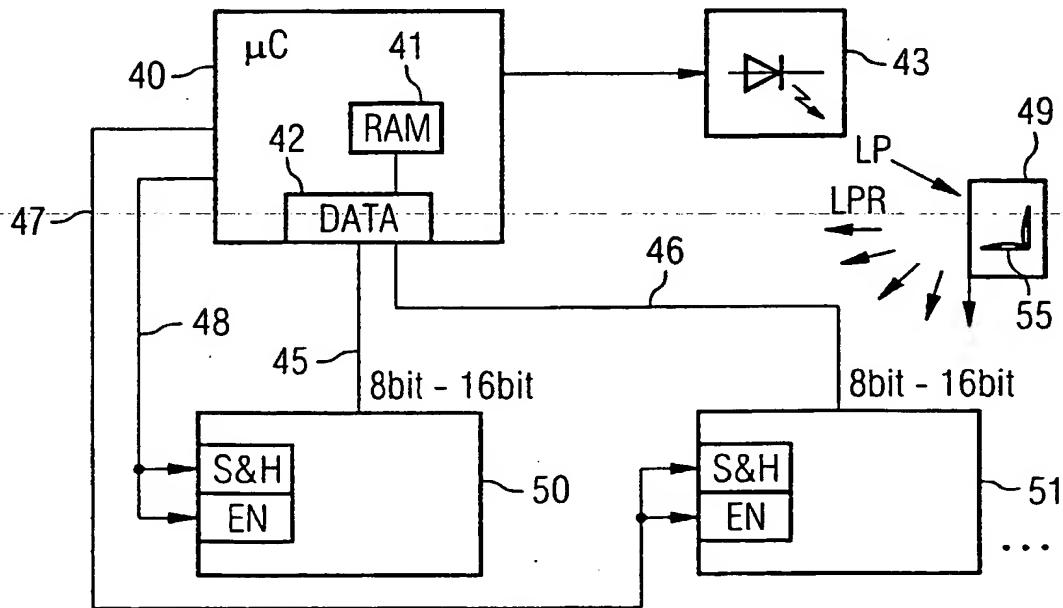
(25) Einreichungssprache: Deutsch (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, KR, US.

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE). (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DATA PROCESSING DEVICE AND DATA PROCESSING METHOD

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR BILDDATENVERARBEITUNG UND VERFAHREN ZUR BILDDATENVERARBEITUNG



(57) Abstract: A control element (40) controls a light source (43) and image sensors (50, 51). The light pulses emitted by the light source (43) are reflected by the objects (55) which are present in the image area to be detected and are detected by two image sensors (50, 51). The detected image is stored intermediately in the form of image data on the respective image sensor (50, 51). The stored image data is transmitted to the control unit and processed.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/41031 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Eine Steuereinheit (40) steuert eine Lichtquelle (43) und Bildsensoren (50, 51). Die von der Lichtquelle (43) ausgesandten Lichtpulse werden von den Objekten (55), die im zu erfassenden Bildbereich vorhanden sind, reflektiert und werden von zwei Bildsensoren (50, 51) erfasst. Das so erfasste Bild wird in Form von Bilddaten auf jeweiligen Bildsensor (50, 51) zwischengespeichert. Die gespeicherten Bilddaten werden zur Steuereinheit übertragen und verarbeitet.

Beschreibung**Vorrichtung zur Bilddatenverarbeitung und Verfahren zur Bilddatenverarbeitung**

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bilddatenverarbeitung und ein Verfahren zur Bilddatenverarbeitung.

Eine bekannte Vorrichtung zur Bilddatenverarbeitung weist einen Bildsensor auf, der ein Bild zeilenweise aufnimmt und die zeilenweise gewonnenen Bilddaten sofort über einen Bilddatenbus die Sensordaten der Bildsensoren an eine Bildsteuereinheit übermitteln. Einen solchen Bildsensor nennt man auch "Rolling Shutter"-Bildsensor. Diese Bildsteuereinheit besteht meist aus einem ASIC oder einem FPGA, der die Bildsensordaten in Echtzeit aufbereitet und in einen Zwischenspeicher (DRAM) über einen 32 Bit Bus zwischenspeichert. Ein Mikrokontroller steuert den ASIC und die Datenübertragung in dem Bilddaten-Verarbeitungssystem. Der Mikrokontroller wertet weiterhin die im Zwischenspeicher enthaltenen Bilddaten aus. Der Mikrokontroller als Teil einer elektronischen Steuereinheit (ECU) beispielsweise für ein Insassenschutzsystem führt Algorithmen die Auswertung der empfangenen Bilddaten durch.

Bei bewegten Bildern steht wegen der zeilenweise Bildaufnahme des Bildsensors für die Aufnahme ein nur begrenzter Zeitraum zur Verfügung, da andernfalls das aufgenommene Bild verwischen würde. Daher müssen auch die gesamten Bilddaten innerhalb des begrenzten Zeitraums übertragen werden, was zu einem hohen Datenaufkommen führt.

Weiterhin ist ein erheblicher Speicherbedarf für die Bilddaten erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein einfaches Bilddatenverarbeitungssystem bereit zu stellen, das Objekte schnell mit geringem Hardwareaufwand erfasst.

Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

5 Die Erfindung beinhaltet zwei Bildsensoren, die über eine Sample & Hold-Vorrichtung verfügen. Ein solcher Bildsensor kann zur Erfassung eines Bildes für eine vorgebbare Bilderfassungsdauer aktiv geschaltet werden. Nach Erfassung eines Bildes können die aus einzelnen Pixeln bestehenden Bilddaten
10 eines erfassten Bildes direkt auf dem Bildsensorchip in einem Speicher, z.B. einem Kondensator, für eine vorgebare Speicherdauer zwischengespeichert werden. Das Bild wird sozusagen im Bildsensor "eingefroren". Ein derartig ausgebildeter Bildsensor ist vorzugsweise auf CMOS-Technologie aufgebaut und
15 wird als auch "Synchronized Shutter"-Bildsensor bezeichnet.

Die eingefrorenen und auf den Bildsensoren gespeicherten Bilddaten werden von einem Steuergerät ausgelesen. Die Ausleserate der Bilddaten aus den Bildsensoren kann dabei an die
20 Verarbeitungsgeschwindigkeit des Mikrocontrollers im Steuergerät angepasst werden.

Weiterhin ist es vorgesehen, den zu erfassenden Bildbereich durch einen sehr intensiven und kurzen (Infrarot-) Lichtpuls
25 zu beleuchten. Dies geschieht während der aktiv geschalteten Bildsensoren. Der negative Einfluss des zusätzlich vom Umgebungslicht herrührenden Lichtanteils, beispielsweise durch starkes Sonnenlicht, ist dabei reduzierbar, wenn die Bilderfassungsdauer gleich oder in der Größenordnung der Dauer des
30 Lichtpulses ist. Durch die extrem kurze Belichtungszeit im Bereich von $1\mu\text{s}$ bis $300\mu\text{s}$ ist auch ein Bild mit bewegten Objekten scharf erfassbar. Die maximale zulässige Geschwindigkeit der Objekte im zu erfassenden Bildbereichs, bei der ein noch scharfes Bild erfassbar ist, hängt von der maximalen
35 Dauer des Lichtpulses und dem zeitlichen Abstand der Lichtpulse voneinander ab. Dabei beleuchtet jeder Lichtpuls ein Bild.

Durch den Einsatz von zwei Bildsensoren, deren optischen Achsen einen vorgebbaren Abstand aufweisen, kann ein Stereobild bzw. ein 3-D-Bild von beweglichen Objekten aufgenommen werden

5 und zur weiteren Datenverarbeitung an einen Mikrokontroller zur Auswertung übermittelt werden. Mit Hilfe von Algorithmen werden die Abstände der Objekte zu den Bildsensoren ermittelt.

10 Die Kommunikation zwischen dem Bildsensor/den Bildsensoren und dem Mikrokontroller erfolgt vorzugsweise direkt ohne Zwi- schenschaltung eines ASIC's, FPGA's oder ähnlichen Bausteinen. Als Schnittstelle zwischen Mikrokontroller und Bildsen- sor kann beispielsweise der normale Datenport des Mikro-
15 kontrollers ausgewählt werden. In der Regel werden die Daten mit einer Datenbreite von vorzugsweise 8 bis 16 Bit parallel übertragen. Die Datenübertragung kann aber auch seriell er- folgen.

20 Vorzugsweise wird ein Bild für 1 bis 100 ms auf dem Bildsen- sor gespeichert.

Die minimal erforderliche Bilddatenübertragungsrate von den Bildsensoren zur Steuereinheit ist abhängig von der Anzahl 25 der pro Sekunde zu übertragenden und auszuwertenden Bildern. Die maximal erzielbare Bilddatenübertragungsrate hängt von der maximalen Datenübertragungsrate ab, die der in der Steu- ereinheit vorhandene Mikrokontroller verarbeiten kann.

30 Die Bildinformation eines Bildes ist im Zwischenspeicher der Bildsensoren abgelegt und wird bei Bedarf von der Steuerein- heit zeilenweise ausgelesen. Dadurch wird die Bildaufnahme von der Bilddatenübertragung zeitlich voneinander entkoppelt. Die Übertragungsrate kann an die Verarbeitungsgeschwindigkeit 35 der Steuereinheit angepasst werden und beispielsweise gesenkt werden kann.

Weiterhin können durch die geringe mögliche Übertragungsrate zwischen den Bildsensoren und dem in der Steuereinheit angeordneten Mikrokontroller die Bildsensoren räumlich getrennt von der Steuereinheit angeordnet und über eine einfache Datenleitung oder drahtlos miteinander verbunden sein. Dadurch ergibt sich vor allem bei geringem Platzangebot, beispielsweise am Dachhimmel eines Fahrzeugs, eine hohe Gestaltungsfreiheit.

10 Ausführungsbeispiele und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird in der Zeichnung erläutert, es zeigen

15 Figur 1 eine Vorrichtung zur Bilddatenverarbeitung;
Figur 2a die Lichtpulse zur Beleuchtung des zu erfassenden Bildbereichs;
Figur 2b die vom Bildsensor erfassten Bilddaten;
Figur 2c ein Gruppenbildsignal, dass sich zusammensetzt aus
20 Bildinformationen von zwei Bildsensoren; und
Figur 3 der zeitlich synchronisierte Ablauf zwischen einem Lichtpuls, der Bilderfassungsdauer, der Bildspeicherung und der Bilddatenübertragung.

25 Vorzugsweise wird das System zur Bild- und Bilddatenverarbeitung gemäß der Figur 1 bei Insassenschutzsystemen von Fahrzeugen eingesetzt. Als zu erkennende Objekte 55 im Fahrzeuraum sind hier vor allem Kindersitze, die Position von Kindersitzen und die Position von Insassen, vor allem des Kopfes
30 von Insassen, auf dem Fahrzeugsitz zu nennen. Befindet sich ein Kindersitz auf einem Fahrzeugsitz und/oder befindet sich der Kopf eines Fahrzeuginsassen in der Nähe eines Airbags, so kann das Insassenschutzsystem so gesteuert werden, dass der Airbag nicht oder nur teilweise ausgelöst wird, um eine Verletzung von Fahrzeuginsassen zu vermeiden.

Figur 1 zeigt ein System zur Bilddatenverarbeitung mit zwei Bildsensoren 50, 51, auf denen jeweils die Bildinformation eines Bildes über eine Optik pixelweise aufgenommen werden in Form von Bilddaten auf den Bildsensoren 50, 51 gespeichert werden. Ein Bildsensor ist beispielhaft so aufgebaut, dass er mit Hilfe einer vorgeschalteten Optik einen vorgebbaren Bildbereich 49 erfassen und aufnehmen kann. Die Bildsensoren 50, 51 weisen jeweils Pixel auf, die matrixförmig angeordnet sind und auf denen Bildinformationen als Grauwert aufgenommen und in einem pixelweise nachgeschalteten Speicher, z.B. einem Kondensator, gespeichert werden. Über eine Ansteuerelektronik und externe Steuersignale sind die Pixel der Bildsensoren 50, 51 aktivierbar oder deaktivierbar, so dass für eine vorgebare Bilderfassungsdauer B der zu erfassende Bildbereich 49 vom Bildsensor 50, 51 aufgenommen wird. Der Bildsensor 50, 51 ist vorzugsweise als CMOS-Sensor aufgebaut.

Über eine Sample & Hold- Elektronik ist das von den Bildsensoren 50, 51 aufgenommene Bild nach der Bilderfassung für eine vorgebare Speicherdauer SD direkt in dem den Pixeln nachgeschalteten Bildspeicher des Bildsensors 50, 51 speicherbar.

Der Bildsensor 50, 51 weist weiterhin einen A/D-Wandler auf, dessen Ausgang an den Mikrocontroller der Steuereinheit verbunden ist. Die Bilddaten werden vorzugsweise mit einer Busbreite von 8 bis 16 Bit ausgegeben. In einer weiteren Ausführungsform werden die Bilddaten seriell ausgegeben.

Eine einen Mikrokontroller enthaltende Steuereinheit 40 steuert die Bildsensoren 50, 51 und liest die von den Bildsensoren 50, 51 aufgenommenen Bildinformationen als Bilddaten vorzugsweise zeilen- oder spaltenweise aus.

Die Steuereinheit 40 weist eine Datenschnittstelle 42 (Datenport) auf, die die Bilddaten empfängt. Dabei werden die Bilddaten der beiden Bildsensoren 50, 51 über zwei getrennte Datenleitungen 45, 46 übertragen, wodurch sich der Einsatz ei-

nes BUS-Systems mit einer entsprechenden BUS-Steuerung erübrigt.

Die Steuereinheit 40 steuert über Steuerleitungen 47, 48 die
5 Bildsensoren 50, 51. Über die Steuerleitungen 47, 48 werden
Steuerbefehle an den Bildsensor 50, 51 ausgegeben, wodurch
der Zeitpunkt und die Zeitdauer B der Bilderfassung, die
Speicherdauer SD der Speicherung der Bilddaten auf dem Bild-
sensor 50, 51 und die Übertragung der Bilddaten an den Mikro-
10 kontroller der Steuereinheit 40 gesteuert werden. Die Steuer-
einheit 40 bzw. der Mikrokontroller weist vorzugsweise einen
intern angeordneten Speicher 41 (RAM) auf, der die von den
Bildsensoren 50, 51 empfangenen Bilddaten intern abspeichert.
In einer weiteren Ausführungsform werden die Bilddaten zuerst
15 mit Hilfe eines Algorithmus reduziert und dann intern zur
weiteren Verarbeitung abgespeichert.

Die Steuereinheit 40 steuert weiterhin eine Lichtquelle 43,
die vorzugsweise als LED oder als Laserdiode ausgebildet ist.
20 Die Lichtquelle 43 gibt kurze, intensive Lichtpulse LP ab,
die den zu erfassenden Bildbereich 49 ausleuchten. Die Well-
längen der Lichtquelle 43 liegt vorzugsweise im Infrarotbe-
reich. Die im Bildbereich 49 angeordneten Objekte 55 reflek-
tieren die Lichtpulse LP. Die reflektierten Lichtpulse LPR
25 werden über eine den Bildsensoren vorgesetzte Optik auf
die Pixel der Bildsensoren 50, 51 geleitet.

Die Steuereinheit 40 synchronisiert die Lichtquelle 43 mit
den Bildsensoren 50, 51. Der entsprechende zeitliche Ablauf
30 der Steuer- und Datensignale im Bildverarbeitungssystem gemäß
Figur 1 ist in der Figur 3 dargestellt.

Figur 2 zeigt den zeitlichen Ablauf der Signale bei der Auf-
nahme eines Bildes und bei der Verarbeitung der dabei entste-
35 henden Bilddaten.

Figur 2a zeigt die Signale zweier aufeinanderfolgender Lichtpulse 60, 61 die von der Lichtquelle 43 ausgesandt werden. Die beiden dargestellten Lichtpulse 60, 61 sind kurz und intensiv und weisen vorzugsweise eine Pulsdauer PD auf, die im 5 Bereich zwischen einer Mikrosekunde und 300 Mikrosekunden und bevorzugt bei etwa 150 Mikrosekunden liegt. Der Abstand zweier aufeinanderfolgender Lichtpulse 60, 61 liegt im Millisekunden-Bereich und hängt vor allem von der Anzahl der pro Sekunde aufzunehmenden Bilder auf. Dabei wird pro Bild vorzugsweise 10 ein Lichtpuls LP zur Beleuchtung des zu erfassenden Bildbereichs 49 verwendet. Die Beleuchtung beginnt vorzugsweise gleichzeitig für alle Bildpixel.

In einer weiteren Ausführungsform kann ein Lichtpuls 60, 61 15 aus mehreren kurz hintereinander erfolgenden Unterlichtpulsen bestehen.

Die vorzugsweise matrixförmig angeordneten Bildpixel eines jeden Bildsensors 50, 51 erfassen die reflektierten Lichtpulse LPR und speichern diese Bildinformationen pixelweise. 20 Dabei sind für die Bilderfassung alle Bildpixel vorzugsweise gleichzeitig für einen vorgebbaren Erfassungszeitraum B aktiv. Ein Bildsensor mit gleichzeitig aktiven Bildpixelen wird auch als Bildsensor mit "Synchronized Shutter"-Technologie 25 bezeichnet. Die Speicherung der in den Bildpixel erfassten Bildinformationen findet jeweils auf den Bildsensoren 50, 51 statt und kann analog auf einem Speicherbaustein, z.B. einem Kondensator, oder digital nach Umwandlung durch einen A/D-Wandler erfolgen.

30

Jedem Bildpixel ist ein digitalisierter Grauwert zugeordnet. Die gespeicherten und am Ausgang des Bildsensors 50, 51 digitalisierten Pixelinformationen werden von der Steuereinheit 40 zeilenweise ausgelesen, was in Figur 2b durch die 35 digitalen Signale der Zeilen Z1, ..., Zn symbolisiert ist.

Die Pause PA zwischen zwei Lichtpulsen 60, 61 hängt von der Anzahl der Bilder ab, die pro Sekunde von den Bildsensoren 50, 51 aufgenommen werden sollen.

5 Die Speicherdauer SD eines Bildsensors kann bis zum Beginn der nächsten Bilderfassung und darüber hinaus reichen und beträgt beispielsweise 15 bis 30 Millisekunden. Während der Speicherdauer SD werden die Bilddaten von den Bildsensoren 50, 51 auf die Steuereinheit 40 übertragen.

10 In dem System zur Bildverarbeitung gemäß Figur 1 werden vorzugsweise zwei Bildsensoren 50, 51 eingesetzt, deren optischen Achsen einen vorgebbaren Abstand aufweisen. Dadurch ist es möglich, ein Stereobild von dem zu erfassenden Bildbereich 15 aufzunehmen. Somit ist eine 3D Stereokamera realisierbar.

Die Steuereinheit 40 verarbeitet die Bildsensorsignale bzw. die Bilddaten der Bildsensoren 50, 51 und ermittelt über vorgegebene Algorithmen die Abstände der erfassten Objekte 55 zu 20 den Bildsensoren 50, 51. Dadurch ist die Position einzelner Bildpunkte im Raum und damit die Oberfläche und das Volumen der zu erfassenden Objekte 55 im Bildbereich 49 ermittelbar. Die Auswertungszeit des Algorithmus kann auf bis zu 50ms erhöht werden.

25 Durch die Korrelation der Bilddaten der beiden Bildsensoren 50, 51 ermittelt somit die Steuereinheit 40 ein plastisches 3D-Bild. In Figur 2c sind zeilenweise-korrelierte Signale als ein digitalisiertes Gruppensignal G symbolisiert, die Ab- 30 standsinformationen enthalten.

Figur 3 zeigt den zeitlichen Ablauf Signale der Lichtpulse LP der Lichtquelle 43, der Steuersignale auf einer der Steuerleitungen 47,48 der Bildsensoren 50,51.

35 Zu oder vor dem Beginn des Lichtpulses LP der Lichtquelle 43 mit der Pulsdauer PD werden die Pixel der Bildsensoren 50,

51, aktiv geschaltet, das heißt dass die Bildsensoren für die Aufnahme eines Bildes bereit sind. Frühestens nach Ende des Lichtpulses LP werden die Pixel der Bildsensoren 50, 51 deaktiviert (passiv), das heißt dass die Bildsensoren 50, 51 keine weiteren Lichtsignale mehr aufnehmen. Nach Deaktivierung der Bildsensoren 50, 51 endet somit die Bilderfassung. Frühestens nach Ende der Bilderfassung wird der Bildspeicher aktiviert, das heißt die Bildinformation (Grauwerte) in den Pixeln des Bildsensors werden jeweils in einen Zwischenspeicher 10 (Kondensator) übertragen, der jedem Pixel nachgeschaltet ist und der auf den Bildsensoren 50, 51 angeordnet ist. Das Bild wird somit "eingefroren". Die Speicherdauer SD ist dabei steuerbar. Die Bilddaten des "eingefrorenen" Bildes wird von der Steuereinheit 40 zeilen- oder spaltenweise ausgelesen.

15 Die Übertragungsdauer UD der Datenübertragung der Bilddaten von den Bildsensoren 50, 51 zur Steuereinheit 40 hängt von der maximal möglichen Datenübertragungsrate des Mikrokontrolles 40 und des jeweiligen Bildsensors 50, 51 ab. Während der Datenübertragung der Bilddaten von den Bildsensoren 50, 51 zur 20 Steuereinheit bleibt der Speicherinhalt der Bildsensoren 50, 51 erhalten. Die Übertragungsdauer UD liegt somit mindestens innerhalb des Zeitfensters der Speicherdauer SD des Bildspeichers auf dem entsprechenden Bildsensor. Somit beginnt die Übertragung der Bilddaten zum Übertragungszeitpunkt UT frühestens nach dem Speicherzeitpunkt SZ, zu dem das Bild im Bildspeicher "eingefroren" wird und endet vor dem Löschen des 25 Bildspeichers.

30 Vorzugsweise liest die Steuereinheit 40 die Bildsensoren 50, 51 zeilenweise synchronisiert aus, so dass im Datenport 42 zeilenweise zueinander passende Bildinformationen der Bildsensoren 50, 51 vorhanden sind. So können beispielsweise die n-te Zeile des ersten Bildsensors 50 und die n-te Zeile des zweiten Sensors 51 im Datenport 42 gespeichert sein. Durch 35 einen zeilenweise ausführbaren Algorithmus können so zeilenweise Abstandsinformationen des erfassten Bildes errechnet

werden und in dem internen Speicher 41 zur weiteren Verarbeitung abgelegt werden.

Die Bildwiederholrate, das heißt die Anzahl der Bilder, die 5 pro Sekunde erfasst werden sollen, ist durch das dargestellte System variabel an die Anforderungen, beispielsweise der maximal möglichen Datenübertragungsrate des Mikrocontrollers, anpassbar. Durch die kurzen Lichtpulse und die kurzen Bilderaffassungszeiten sind auch schnelle Bewegungen eines im zu erfassenden Bildbereich vorhandenen Objekts 49 scharf erfassbar.

Die minimal erforderliche Bilddatenübertragungsrate vom Bildsensor zur Steuereinheit ist abhängig von der Anzahl der pro 15 Sekunde zu übertragenden Bildern. Die maximal erzielbare Bilddatenübertragungsrate hängt von der maximalen Datenübertragungsrate ab, die der in der Steuereinheit vorhandene Mikrocontroller verarbeiten kann.

20 Die Bilddaten werden auf den Bildsensoren 50, 51 vorzugsweise etwa für eine Speicherdauer SD von 15 bis 30 Millisekunden zwischengespeichert.

25 Vorteilhaft ist die minimal erforderliche Bilddatenübertragungsrate in großen Bereichen unabhängig von der Geschwindigkeit der zu erfassenden Objekte 55.

30 Vorzugsweise sind die beiden Bildsensoren 50, 51 zum gleichen Zeitpunkt aktiv bzw. deaktiv und speichern die Bildinformationen zum gleichen Speicherzeitpunkt SZ und über die gleiche Speicherdauer SD. Die Übertragung der Bilddaten zur Steuereinheit erfolgt vorzugsweise zeilen- oder spaltenweise synchron.

35 In dem Verfahren zur Bilddatenverarbeitung steuert die Steuereinheit 40 die Bildsensoren 50, 51 aktiv und aktiviert die Lichtquelle 43 zur Aussendung eines Lichtpulses LP. Der

Lichtpuls LP wird vom Objekt 55 reflektiert, wobei die in den reflektierten Lichtpulsen LPR enthaltenen Bildinformationen von den Bildsensoren 50, 51 aufgenommen werden. Nach Ende des Lichtpulses LP wird die Bilderfassung deaktiviert. Die Bilderfassungsdauer B ist mindestens so lang wie die Pulsdauer PD des Lichtpulses LP und liegt vorzugsweise in der Größenordnung der Pulsdauer PD, so dass vorteilhaft allein schon durch die im Vergleich zum Umgebungslicht hohen Lichtintensität des Lichtpulses LP der Einfluss des Umgebungslichts gering ist.

Nach Ende der Bilderfassung wird das Bild in dem Bildspeicher auf dem jeweiligen Bildsensor 50, 51 gespeichert und eingefroren. Der Mikrokontroller in der Steuereinheit 40 liest die Daten aus den Bildspeichern der Bildsensoren 50, 51 aus und verarbeitet sie intern weiter oder speichert sie intern in einen Speicher 41. Das Auslesen des Inhaltes der beiden Bildspeicher 50, 51 kann sequentiell erfolgen, so dass zuerst der gesamte Bildinhalt (Bilddaten) des einen Bildsensors 50 und dann der gesamte Bildinhalt des anderen Bildsensors 51 an die Steuereinheit 40 übertragen wird.

In einer weiteren Ausführungsform wird eine Zeile des einen Bildsensors 50, danach eine Zeile des anderen Bildsensors 51 und daraufhin wieder die nächste Zeile des einen Bildsensors 50 ausgelesen. Somit werden jeweils abwechselnd je eine Zeile des einen Bildsensors 50 und des anderen Bildsensors 51 ausgelesen. Dies kann alternativ auch spaltenweise erfolgen. Weiterhin können die Bildinformationen der Bildsensoren 50, 51 zeilen- oder spaltenweise gleichzeitig ausgelesen werden.

Die so ausgelesenen Bilddaten werden zeilenweise in der Steuereinheit 40 miteinander korreliert, wodurch über einen Algorithmus 3D-Informationen, z.B. der Abstand der Bildpunkte eines Objekts 55 von den Bildsensoren, ermittelt werden.

In einer weiteren Ausführungsform werden die Bilddaten des ersten und des zweiten Bildsensors 50, 51 unabhängig voneinander parallel eingelesen, in dem internen Speicher 41 der Steuereinheit 40 abgelegt und dann über einen internen Algorithmus im Steuergerät 40 miteinander korreliert.

Ein Vorteil der Erfindung ist es, dass die Steuereinheit 40 durch einen einfachen, kostengünstigen Mikrokontroller realisiert werden kann, der zudem direkt ohne weitere zwischengeschaltete Bauelemente an die Bildsensoren 50, 51 angeschlossen werden kann.

Die Lichtpulsdauer PD ist sehr viel kleiner als die Übertragungsdauer UT der Bilddatenübertragung. Die Bilddaten werden zeilenweise ausgelesen und synchron vom Mikrokontroller 40 ausgewertet. Auf spezielle ASICs, SPGAs für die Datenkommunikation kann dabei verzichtet werden. Die Kommunikation erfolgt direkt zwischen Mikrokontroller 40 und den Bildsensoren 50, 51. Der Schaltungsaufwand bei den Bildsensoren 50, 51 ist gering, weil lediglich die Pixelwerte auf Anforderung der Steuereinheit 40 am Sensorausgang bereit gestellt werden. Als Schnittstelle kann beispielsweise der normale Datenport 42 des Mikrokontrollers der Steuereinheit 40 ausgewählt werden.

Durch die starken Lichtpulse LP der Lichtquelle 43 ist weiterhin vorteilhaft die erforderliche Dynamik zwischen hellstem und schwächsten Lichteinfall im Bildsensor 50, 51 gering, da im Vergleich zur starken Lichtintensität des Lichtpulses LP auch bei starkem Einfluss der Sonneneinstrahlung nur eine geringe Änderung der Lichtintensität während des Bilderfassungszeitraums auftritt. Dadurch ist die erforderliche Grauwerte-Auflösung der Bildsensoren 50, 51 gering.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bilddatenverarbeitung, insbesondere für den Einsatz in einem Insassenschutzsystem eines Fahrzeugs, mit

- einer Lichtquelle (43), die Lichtpulse (LP) aussendet und einen zu erfassenden Bildbereich (49) beleuchtet,
- mindestens zwei Bildsensoren (50,51), die die von den Objekten (55) im Bildbereich (49) reflektierten Lichtpulse (LPR) aufnehmen und die Bildinformationen der Objekte (55) erfassen, wobei
- auf den Bildsensoren (50,51) jeweils ein Zwischenspeicher vorhanden ist, in dem die Bildinformationen für eine vorgegebene Speicherdauer (SD) zwischengespeichert werden, und
- die Bildsensoren (50,51) mit einer Steuereinheit (40) verbunden sind, wobei die zwischengespeicherten Bildinformationen auf die Steuereinheit (40) übertragen werden.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildinformationen der Objekte (55) von den Bildsensoren (50, 51) im Wesentlichen gleichzeitig erfasst werden.

3. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtpuls (LP)
- eine vorgegebene Pulsdauer (PD) aufweist, und
- die Bildsensoren (50;51) pro Lichtpuls (LP) ein Bild aufnehmen.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer (PD) im Bereich zwischen $1\mu\text{s}$ und $300\ \mu\text{s}$, vorzugsweise bei etwa $150\ \mu\text{s}$ liegt.

5. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulsdauer (PD) des Lichtpulses

(LP) abhängt von der maximalen Geschwindigkeit des zu erfassenden Objekts.

6. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch

5 gekennzeichnet, dass der Pulsabstand bzw. die Pause (PA) zwischen zwei Lichtpulsen (LP), die zur Erfassung von zeitlich aufeinanderfolgenden Bildern dienen, von der maximalen Geschwindigkeit des zu erfassenden Objekts (55) abhängt.

10

7. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass die Bilddaten eine Datenbreite zwischen 8 bis 16 Bit aufweisen und parallel und/oder seriell zur Steuereinheit (40) übertragen werden.

15

8. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass die optischen Achsen von zwei Bildsensoren (50;51) einen vorgebbaren Abstand aufweisen, die von den zwei Bildsensoren (50,51) aufgenommenen Bilddaten an die Steuereinheit (40) übertragen werden, wobei die Steuereinheit (40) die Bilddaten der Bildsensoren(50, 51) in der Steuereinheit (40) auswertet, um den Abstand der Bildpunkte eines Objekts (55) von den Bildsensoren (50,51) zu ermitteln.

20

9. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass mehr als zwei Bildsensoren (50;51) vorhanden sind.

25

10. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch

gekennzeichnet, dass die Bilddaten direkt von den Bildsensoren (50;51) zum Mikrokontroller der Steuereinheit (40) übertragen werden.

30

15

11. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die Bildsensoren (50;51) räumlich getrennt von der Steuereinheit (40) angeordnet sind.

5

12. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die minimal erforderliche Bilddatenübertragungsrate der Bilddaten vom Bildsensor (50;51) zur Steuereinheit (40)

10 abhängig ist von der Anzahl der pro Sekunde zu übertragenden Bildern.

13. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

15 die maximal erzielbare Bilddatenübertragungsrate vom Bildsensor (50;51) zur Steuereinheit (40) von der maximalen Datenübertragungsrate abhängt, die der in der Steuereinheit (40) vorhandene Mikrocontrollers verarbeiten kann.

20

14. Vorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- der Bildsensor aus mindestens vier Bildsensorelementen, Bildpixel genannt, aufgebaut ist,

25 - die Bildsensorelemente matrixförmig angeordnet sind,

- die Bilddaten eines aufgenommenen Bildes auf dem jeweiligen Bildsensor (50;51) über eine vorgebbare Speicherdauer (SD) gespeichert werden, und

- die von einem Bildpixel erfassten analogen Grauwerte auf dem Bildsensor (50;51) in digitale Grauwerte umgewandelt werden.

30

15. Verfahren zur Bilddatenverarbeitung, insbesondere für den Einsatz in einem Insassenschutzsystem eines Fahrzeugs, bei dem

35 - ein Lichtpuls (60) einer Lichtquelle (43) den zu erfassenden Bildbereich (49) beleuchtet,

- zwei Bildsensoren (50;51) ein Bild aufnehmen, das von dem Lichtpuls (60) beleuchtet wird,
- die Bildinformationen des Bildes als Bilddaten zu einem vorgebaren Speicherzeitpunkt für eine vorgebbare Speicherdauer (SD) auf dem Bildsensor oder den Bildsensoren (50;51) gespeichert werden,
- die Bilddaten eines Bildes zu einem vorgebaren Übertragungszeitpunkt (UT) an einen Mikrokontroller übertragen werden,
- ein weiterer Lichtpuls (61) nach einer vorgebbaren Pause (PA) dem Lichtpuls (60) folgt und den zu erfassenden Bildbereich (49) beleuchtet,
- die zwei Bildsensoren (50;51) ein weiteres Bild aufnehmen, das von dem weiteren Lichtpuls (60) beleuchtet wird, und
- die Bilddaten der Bilder an eine Steuereinheit (40) übertragen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Bilddaten in der Steuereinheit (40) ausgewertet und/oder gespeichert werden.
17. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Bildbereich die Art und die Position von Objekten erfasst werden.
18. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtpuls (LP)
 - eine vorgegebene Pulsdauer (PD) aufweist, und
 - der Bildsensor (50;51) pro Lichtpuls (LP) ein Bild aufnimmt.
19. Verfahren nach einem der vorherigen Verfahrensansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Pulsdauer (PD) des Lichtpulses abhängt von der maximalen Geschwindigkeit des zu erfassenden Objekts.

20. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Objekte (55) im Bildbereich (49) Fahrzeuginsassen und/oder Kindersitze im Bereich des Fahrzeugraums darstellen.

5

21. Vorrichtung oder Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildinformationen in Bilddaten umgewandelt werden.

10

1/2

FIG 1

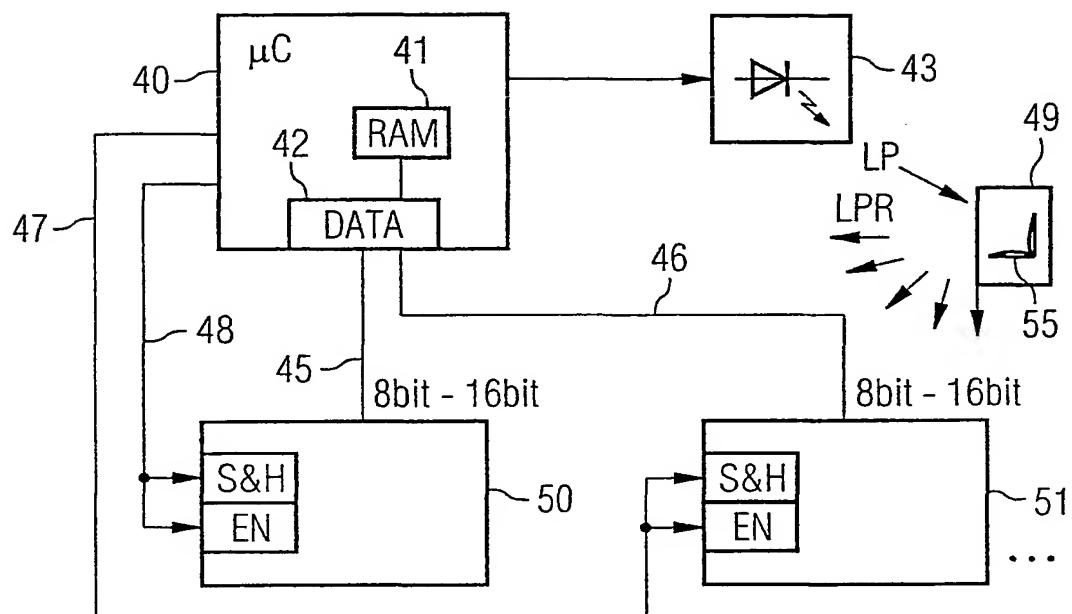


FIG 2a

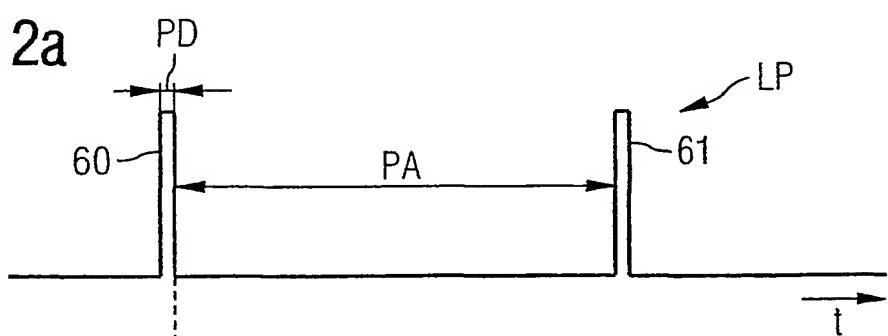


FIG 2b

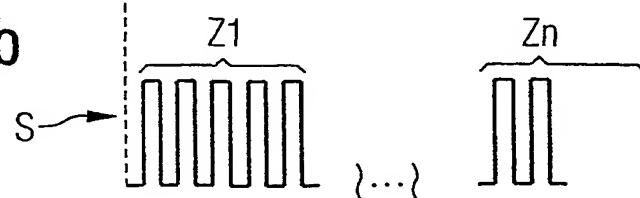
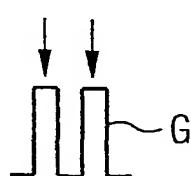
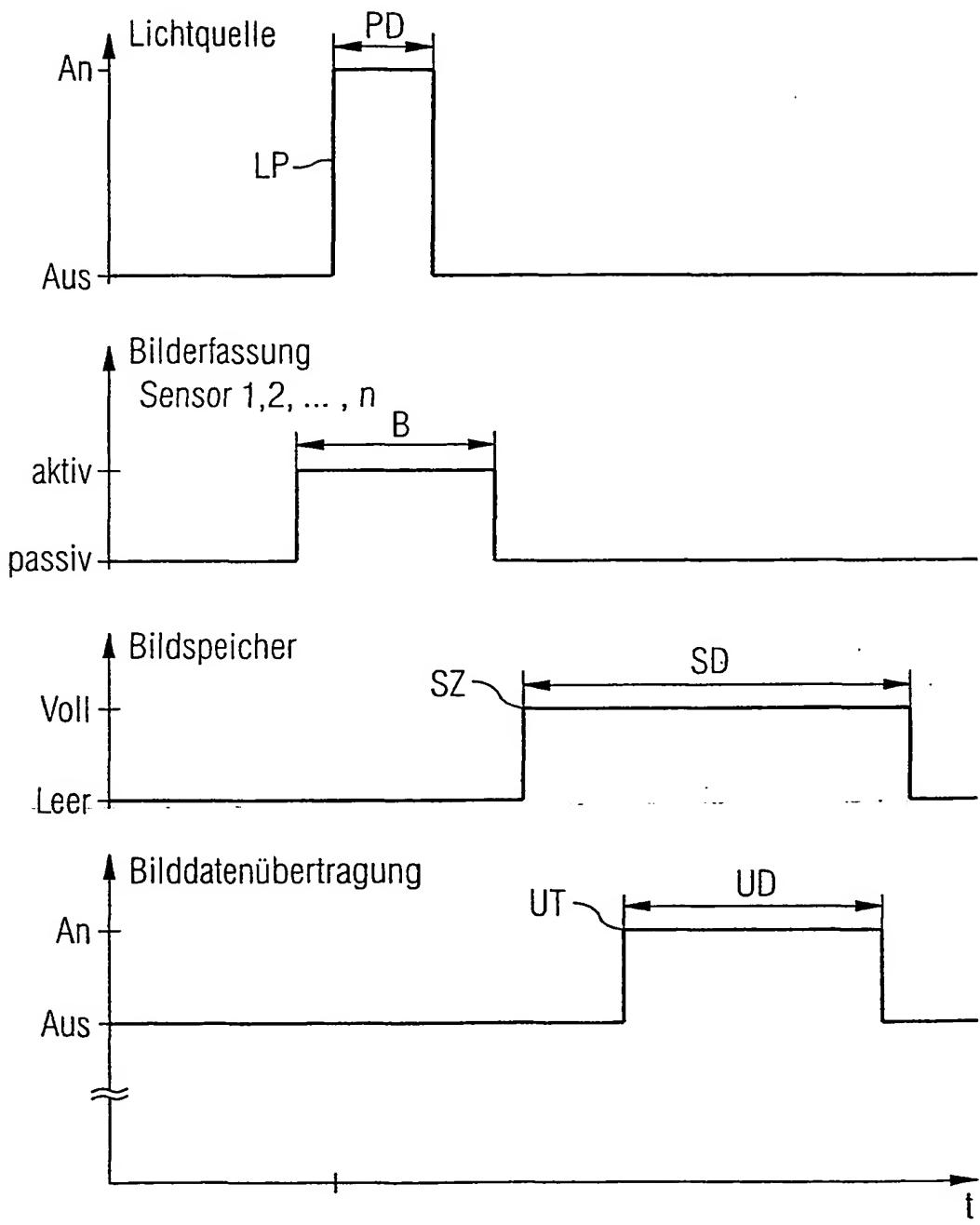


FIG 2c



2/2

FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 00/03997

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01S17/02 G01S17/46 G01S7/486

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 G01S B60N B60R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category ^o	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99 34235 A (DOEMENS GUENTER ;MENGEL PETER (DE); SIEMENS AG (DE)) 8 July 1999 (1999-07-08) abstract page 2, line 1 - line 26 page 5, line 1 - line 36 page 8, line 32 -page 9, line 37 page 11, line 14 -page 12, line 2 page 14, line 31 -page 16, line 2 --- EP 0 768 543 A (CANON KK) 16 April 1997 (1997-04-16) abstract column 2, line 56 -column 3, line 24 column 7, line 18 - line 50 column 8, line 56 -column 10, line 11 --- -/--	1,15
A		1,15

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

o Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 April 2001

Date of mailing of the International search report

27/04/2001

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roost, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 00/03997

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 197 04 496 A (SCHWARTE RUDOLF PROF DR ING) 12 March 1998 (1998-03-12) abstract page 3, line 62 -page 4, line 25 figures 11,12 -----	1,15
A	WO 97 26761 A (WYNTJES GEERT ;RAPPAPORT SAUL (US); SHEPHERD ORR (US); VISIDYNE IN) 24 July 1997 (1997-07-24) abstract page 2, paragraph 1 -page 3, paragraph 2 page 17, paragraph 4 -page 21, paragraph 1 -----	1,15
A,P	DE 199 45 645 A (HONDA MOTOR CO LTD) 20 April 2000 (2000-04-20) the whole document -----	1-3,8, 10, 14-18, 20,21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 00/03997

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 9934235	A	08-07-1999		DE 19757595 A DE 19833207 A EP 1040366 A	01-07-1999 17-02-2000 04-10-2000
EP 0768543	A	16-04-1997		JP 9105623 A JP 9105624 A US 5850282 A	22-04-1997 22-04-1997 15-12-1998
DE 19704496	A	12-03-1998		AU 715284 B AU 4376197 A BR 9712804 A CN 1233323 A CZ 9900693 A WO 9810255 A EP 1009984 A HU 0001087 A JP 2000517427 T	20-01-2000 26-03-1998 23-11-1999 27-10-1999 11-08-1999 12-03-1998 21-06-2000 28-08-2000 26-12-2000
WO 9726761	A	24-07-1997		US 6002423 A AU 1693297 A CA 2243494 A EP 0875117 A JP 3100639 B JP 11506892 T	14-12-1999 11-08-1997 24-07-1997 04-11-1998 16-10-2000 15-06-1999
DE 19945645	A	20-04-2000		JP 2000097638 A	07-04-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/DE 00/03997

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01S17/02 G01S17/46 G01S7/486

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 G01S B60N B60R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 99 34235 A (DOEMENS GUENTER ;MENGEL PETER (DE); SIEMENS AG (DE)) 8. Juli 1999 (1999-07-08) Zusammenfassung Seite 2, Zeile 1 - Zeile 26 Seite 5, Zeile 1 - Zeile 36 Seite 8, Zeile 32 -Seite 9, Zeile 37 Seite 11, Zeile 14 -Seite 12, Zeile 2 Seite 14, Zeile 31 -Seite 16, Zeile 2 — —	1,15
A	EP 0 768 543 A (CANON KK) 16. April 1997 (1997-04-16) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 56 -Spalte 3, Zeile 24 Spalte 7, Zeile 18 - Zeile 50 Spalte 8, Zeile 56 -Spalte 10, Zeile 11 — —	1,15

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 20. April 2001	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts 27/04/2001
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Roost, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/DE 00/03997

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 197 04 496 A (SCHWARTE RUDOLF PROF DR ING) 12. März 1998 (1998-03-12) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 62 -Seite 4, Zeile 25 Abbildungen 11,12 ---	1,15
A	WO 97 26761 A (WYNTJES GEERT ;RAPPAPORT SAUL (US); SHEPHERD ORR (US); VISIDYNE IN) 24. Juli 1997 (1997-07-24) Zusammenfassung Seite 2, Absatz 1 -Seite 3, Absatz 2 Seite 17, Absatz 4 -Seite 21, Absatz 1 ---	1,15
A, P	DE 199 45 645 A (HONDA MOTOR CO LTD) 20. April 2000 (2000-04-20) das ganze Dokument ---	1-3,8, 10, 14-18, 20,21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/DE 00/03997

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9934235 A	08-07-1999	DE	19757595 A	01-07-1999
		DE	19833207 A	17-02-2000
		EP	1040366 A	04-10-2000
EP 0768543 A	16-04-1997	JP	9105623 A	22-04-1997
		JP	9105624 A	22-04-1997
		US	5850282 A	15-12-1998
DE 19704496 A	12-03-1998	AU	715284 B	20-01-2000
		AU	4376197 A	26-03-1998
		BR	9712804 A	23-11-1999
		CN	1233323 A	27-10-1999
		CZ	9900693 A	11-08-1999
		WO	9810255 A	12-03-1998
		EP	1009984 A	21-06-2000
		HU	0001087 A	28-08-2000
		JP	2000517427 T	26-12-2000
WO 9726761 A	24-07-1997	US	6002423 A	14-12-1999
		AU	1693297 A	11-08-1997
		CA	2243494 A	24-07-1997
		EP	0875117 A	04-11-1998
		JP	3100639 B	16-10-2000
		JP	11506892 T	15-06-1999
DE 19945645 A	20-04-2000	JP	2000097638 A	07-04-2000

DOKTIN
S 1997 1998A 9
0017-0500 (1997) 105

THIS PAGE BLANK (USPTO)

DOCKET NO.: S3-03P 05810
APPLIC. NO.: PCT/EP2004/050720
APPLICANT: ~~DEUZEL, INCORPORATED~~
Lerner and Greenberg, P.A.
P.O. Box 2480
Hollywood, FL 33022
Tel.: (954) 925-1100